

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В.Н.КАРАЗІНА

ФІЗИКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра безпеки життєдіяльності

**ЗАТВЕРДЖУЮ
ЗАВІДУЮЧИЙ КАФЕДРИ**

“ _____ ” _____ 20__ р.

_____ доцент Адаменко М.І.
(науковий ступінь, наукове звання, прізвище та ініціали автора)

ЛЕКЦІЯ №1
БЕЗПЕКА ЛЮДИНИ В СИСТЕМІ «ЛЮДИНА – ЖИТТЄВЕ
СЕРЕДОВИЩЕ»
(повне найменування теми лекції)

З навчальної дисципліни _____ Безпека життєдіяльності

Обговорено на засіданні кафедри

“ _____ ” _____ 20__ р.

Протокол № _____

ЗМІСТ

ВСТУП

ОСНОВНА ЧАСТИНА

1. **Загальні положення.**
2. **Характеристика аналізаторів людини.**
3. **Сумісність елементів системи «людина-життєве середовище»**

ЛІТЕРАТУРА

1. Типова навчальна програма нормативної дисципліни «безпека життєдіяльності» для вищих навчальних закладів, затверджена заступником міністра освіти і науки, молоді та спорту України 31.03.2011р.
2. Безпека життєдіяльності: Навч. посіб. / О.С. Баб'як, О.М. Сітенко, І.В. Ківва та ін. – Х.: Ранок, 2000. – 304 с.
3. Заплатинський В. М. Полімовний тлумачний словник з безпеки. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 120 с. ISBN 978-911-01-0002-1
4. Заплатинський В., Матис Й. Безопасность в эру глобализации. Монография. – ЦУЛ, 2010.- 142.
5. Іванова І.В., Заплатинський В.М., Гвоздій С.П. "Безпека життєдіяльності" навчально-контролюючі тести. – Київ: "Саміт-книга", 2005. – 148 с.

ВСТУП

Під системою розуміють таку сукупність елементів, взаємодія між якими адекватна меті, що стоїть перед системою. Бінарна система «людина-середовище» багатоцільова. Основне завдання, що стоїть перед даною системою, — безпека, тобто ненанесення шкоди здоров'ю людини. Природно, що кожна система має і деяку чисто технологічну мету, пов'язану із досягненням визначеного наперед заданого результату. Перед людьми, що створюють системи стоїть складне завдання узгодження мети різних напрямів та усунення протиріч між цими напрямками.

У рамках даного викладення розглядаються умови забезпечення тільки однієї мети — безпеки. Досягнення безпеки системи «людина-середовище» у тому випадку, якщо будуть системно ураховані особливості кожного елементу, що входить у систему.

Під середовищем системи, що взаємодіє із людиною, розуміють всю сукупність об'єктів та явищ, що справляють вплив на організм людини. До компонентів середовища відносяться: природно-кліматичні явища, флора, фауна, штучні об'єкти (будівлі, споруди, обладнання, сировина, продукція, що виробляється тощо), енергія, технологія, інформація, люди та багато іншого. Взаємовідношення середовища та організму дуже різноманітні. Ось думка видатного російського фізіолога І.М. Сеченова: «Організм без зовнішнього середовища, що підтримує його існування неможливий; тому у наукове визначення організму має входити і середовище, що впливає на нього». Розвиваючи ідеї І.М. Сеченова, І.П. Павлов наголошував, що «для діяльного стану вищого відділу великих півкуль необхідна певна мінімальна сума подразнень, що йдуть у головний мозок».

Оскільки у звичайних умовах людина досить рідко стикається із припиненням впливу подразників на рецептори, вона не усвідомлює цих впливів і не усвідомлює наскільки важливою умовою для нормального функціонування його мозку є «завантаженість» аналізаторів.

Ось як описує вплив сурдоефекту (тиші) космонавт Г.Т. Береговий «И тут на меня обрушилась тишина ... Я услышал как бьется мое сердце. И все. Больше ничего не было. Абсолютно ничего ... Постепенно я стал ощущать какое-то беспокойство. Словами его было трудно определить; оно вызревало где-то внутри сознания и с каждой минутой росло... Подавить его, отделаться от него не удавалось». Емоційна напруга у перші дві доби в умовах ізоляції та сенсорної деривації (деривація — відсутність подразників) об'єктивно була виражена у показниках електроенцефалограми, шкіряного гальванічного рефлексу, частоти пульсу, дихання, а також у порушенні сприйняття часу. Очевидно, правильно буде стверджувати, що «людина-середовище» — це єдине поняття. І тільки з метою аналізу елементи «людина» та «середовище» розглядаються відокремлено.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Навколишнє середовище, впливаючи на організм людини, здатне викликати у неї певні, у тому числі, і негативні зміни. Однак природа потурбувалася про людину, давши їй особливий механізм захисту, який називається *гомеостазом*.

Гомеостаз — відносна динамічна сталість складу і властивостей внутрішнього середовища та стійкість основних фізіологічних функцій організму людини. Це результат

складних координаційних і регуляторних взаємовідношень, що здійснюються як у цілісному організмі, так і на рівні органів, клітин та молекул.

Завдяки пристосувальним механізмам фізичні та хімічні параметри, що визначають життєву діяльність організму, змінюються у порівняно вузьких межах, незважаючи на значні зміни зовнішніх умов.

Завдяки гомеостазу у людини підтримується сталість складу крові, температури тіла, кров'яного тиску та багатьох інших функцій. Але незважаючи на наявність такого захисного механізму як гомеостаз, потужний потік подразників може справити несприятливу дію на організм людини, викликати захворювання і травми.

Щоб виключити негативні наслідки взаємодії зовнішнього середовища та організму, необхідно забезпечити певні умови функціонування системи «людина-середовище». Характеристики людини відносно постійні. Елементи зовнішнього середовища піддаються регулюванню у більш широких межах. Отже, вирішуючи питання безпеки системи «людина-середовище», необхідно урахувати передусім особливості людини.

Людина у системах безпеки виконує трояку роль: є об'єктом захисту; виступає засобом забезпечення захисту; сама може бути джерелом небезпек.

Остання особливість, зокрема, обумовлена помилками, які властиві людям, а також виділеннями продуктів життєдіяльності людиною. Так, наприклад, людина, що перебуває у герметичному відсіку, за добу виділяє з легень, шлунково-кишкового тракту, через шкіру, волосся продукти метаболізму у наступних кількостях (мг):

аміаку та аміносполук	297,6 + 155,6
оксиду карбону	278,0 + 160,8
альдегідів	0,59 + 0,28
кетонів	232,2 + 132,8
меркаптанів та сірководню	4,95 + 1,1
жирних кислот	89,45 + 11,5

У замкнутих об'ємах ці речовини становлять безумовну небезпеку.

У забезпеченні безпеки тих або інших систем беруть участь багато груп спеціалістів: наукові робітники, конструктори, проектувальники, експлуатаційні групи та ін. Формуючи безпеку, ці групи у той же час можуть породжувати небезпеки своїми можливими помилками, що допускаються під час прийняття рішень. За оцінками спеціалістів до 60 % нещасних випадків відбуваються через причини, пов'язані з людиною.

Таким чином, ланки системи «людина–середовище» органічно взаємопов'язані.

Організм людини є цілісним утворенням органів, взаємопов'язаних між собою та навколишнім середовищем. Вони утворюють природну систему захисту людини від небезпек. Ця система захисту протидіє, наприклад, проникненню у організм численних мікробів. Загальновідомо, що слизи, слина та слизові виділення носа мають здатність швидко вбивати (розчиняти) багато видів мікробів. Фагоцити (клітини крові для поглинання) здатні захоплювати та знищувати сторонні тіла, у тому числі також мікроорганізми, що попали у кров.

У процесі еволюційного розвитку людини у неї виробилася здатність зберігати постійну температуру тіла незалежно від температури навколишнього середовища. Людському організму притаманний рефлексорний захист від проникнення у нього шкідливих речовин через органи дихання. Суттєву роль відіграє природний захист органів зору від механічних та інших пошкоджень.

Людина здійснює безпосередній зв'язок із навколишнім середовищем за допомогою своїх аналізаторів, які називають іноді “приладами чуття”. Характеристики аналізаторів людини необхідно враховувати під час створення безпечних систем.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА АНАЛІЗАТОРІВ ЛЮДИНИ

Будь-який аналізатор людини складається із рецептора, провідних нервових шляхів та мозкового закінчення. Рецептор перетворює енергію подразника у нервовий процес. Провідні шляхи передають нервові імпульси у кору головного мозку. Мозковий кінець аналізатора складається з ядра та розсіяних по корі головного мозку елементів. Розсіяні елементи забезпечують нервові зв'язки між різними аналізаторами. Між рецепторами та мозковим кінцем існує двосторонній зв'язок, який забезпечує саморегуляцію аналізатора. Особливістю аналізаторів людини є їх парність, що забезпечує високу надійність їх роботи за рахунок часткового дублювання сигналів та динамічної неоднозначної функціональної асиметрії.

Основною характеристикою аналізатора є чутливість. Не будь-який подразник, що впливає на аналізатор, викликає відчуття. Щоб воно виникало, інтенсивність подразника повинна досягти певної величини. Із збільшенням інтенсивності подразника настає момент, коли аналізатор перестає працювати адекватно. Будь-який вплив, що перевищує за інтенсивністю певну межу, викликає біль та порушує діяльність аналізатора. Мінімальну величину прийнято називати нижнім абсолютним порогом чутливості, а максимальну — верхнім. Абсолютні порogi чутливості вимірюють у абсолютних величинах подразника. У тому випадку, коли перешкодою є зовнішні подразники, говорять про диференціальний поріг.

Мінімальна різниця між інтенсивностями двох подразників, яка викликає ледве помітну різницю почуттів, називається *диференціальним порогом*, або *порогом розрізнення*. Психофізичними дослідженнями встановлено, що величина почуттів вимірюється повільніше, ніж сила подразника. Основний психофізичний закон Вебера — Фехнера, що має наближене значення, виражається формулою:

$$E = K \lg L + C,$$

де E — величина почуттів; L — інтенсивність подразника; K, C — константи.

Величини порогів не є стабільними. Вони залежать від багатьох факторів, часто таких, які важко враховувати. Тому поріг розглядається як статистичне поняття — область на кривій психометричної функції. Час, що проходить від початку дії подразника до появи почуттів, називають *латентним періодом*.

Зоровий аналізатор. У різноманітній трудовій діяльності людини, у виконанні нею складних виробничих процесів і точних робіт зір відіграє першорядне значення. Зоровий аналізатор дає змогу отримати уявлення про предмет, його колір, форму, величину, про те, чи перебуває предмет у русі або спокої, про відстань його від нас, про потенційну небезпеку, яку він несе.

Зорове сприйняття починається із фотохімічного процесу. Під впливом світла речовини, що містяться між зовнішнім шаром сітківки та судинною оболонкою, розкладаються, збуджуючи закінчення нервових елементів ока. При цьому у відповідній зоні головного мозку виникає зоровий образ. Кора мозку синтезує деталі зорового акту і визначає наше відношення до зорового образу.

Незважаючи на те, що зорова інформація сприймається більше ніж 140 млн одночасно працюючих паличок та колбочок і що у корі головного мозку ця інформація обробляється 15 млн нейронів, все ж природа відкрила перед людиною тільки невелике вікно, через яке вона дивиться на світ: око людини реагує на випромінювання із довжиною хвиль усього від 0,4 до 0,76 млн мікрона. Останній спектр хвиль для неозброєного ока залишається невидимим.

Око безпосередньо реагує на яскравість, яка являє собою відношення сили світла (інтенсивності), що випромінюється даною поверхнею, до площі цієї поверхні. Яскравість вимірюється у нітах (нт). При дуже великих яскравостях (більше 30000 нт) виникає ефект засліплення. Гігієнічно прийнятна яскравість до 5000 нт.

Під контрастом приймають ступінь різниці сприймання між двома яскравостями, що розділені у просторі та часі. Контрастна чуттєвість дає змогу відповісти на питання, наскільки об'єкт повинен відрізнитися за яскравістю від фону, щоб його було видно.

Під час оцінювання сприйняття просторових характеристик основним поняттям є гострота зору, яка характеризується мінімальним кутом, під яким дві точки видно як роздільні. Гострота зору залежить від освітленості, контрастності, форми об'єкту та інших факторів. Із збільшенням освітленості, гострота зору зростає. При зменшенні контрастності гострота зору зменшується. Гострота зору залежить також від місця проєкції зображення на сітківці ока. Оптичний аналізатор містить два типи рецепторів: колбочки та палички. Перші є апаратами хроматичного зору, другі — ахроматичного. При рівності енергії діючих хвиль різниця їх довжини відчувається як різниця у світлі джерел світла або поверхонь предметів, які його відбивають. Око розрізняє сім основних кольорів та більше сотні їх відтінків. Світлові відчуття викликаються дією світлових хвиль, що мають довжину від 380 до 780 нм.

Зоровий аналізатор володіє певною спектральною чутливістю, яка характеризується відносною видимістю монохроматичного випромінювання. Найбільша денна видимість відповідає жовтому кольору, а вночі або коли смеркає — зелено-блакитному. Гама переходів від білого кольору до чорного утворює ахроматичний ряд.

Відчуття, викликане світловим сигналом протягом певного часу зберігається, незважаючи на зникнення сигналу або зміну його характеристик. Інерція зору за даними різних дослідників знаходиться у межах 0,1-0,2 с. Відчуття, що виникають після зняття подразника, називають *послідовними образами*. При короткому яскравому сигналі образ виступає з темряви кілька раз у швидкій послідовності. За невеликих яскравостей через 0,5-1,5 с з'являється негативний послідовний образ (тобто світлі поверхні здаються темними та навпаки). При кольоровому сигналі образ забарвлений у додатковий колір. Під час різкої дії переривистого подразника виникає відчуття миготінь, які за певної частоти зливаються у рівне немиготливе світло. Частота, за якої миготіння пропадають, називається *критичною частотою зливання миготінь* (КЧЗМ). У тому випадку, коли миготіння світла використовуються у якості сигналу, виникає питання про вибір оптимальної частоти. Оптимальною є частота у межах 3-10 Гц. Інерція зору обумовлює стробоскопічний ефект. Якщо час, що розділяє дискретні акти спостереження, менше часу гасіння зорового образу, то спостереження суб'єктивно відчувається як безперервне. За стробоскопічного ефекту можлива ілюзія руху при безперервному спостереженні окремих об'єктів або ілюзія нерухомості (уповільнення руху), що виникає, коли об'єкт, що рухається періодично займає попереднє положення. За сприйняття об'єктів у двовимірному й тривимірному просторі розрізняють поле зору та глибинний зір. Бінокулярне поле зору охоплює у горизонтальному напрямку $120-160^{\circ}$, по вертикалі вгору — $55-60^{\circ}$ та вниз — $65-72^{\circ}$. Під час сприйняття кольору розміри поля

зору звужуються. Зона оптимальної видимості обмежена полем: вгору — 25° , вниз — 35° , вправо та вліво по 32° . Глибинний зір пов'язаний із сприйняттям простору. Помилка оцінки абсолютної віддаленості на відстані до 30м у середньому 12 % загальної відстані.

Природним захистом для очей є повіки та слізна рідина. Рефлекторно закриваючись, повіки захищають сітківку від дії сильного світла, а рогівку від механічних ушкоджень. Крім того, при морганні зовнішня поверхня ока змочується слізною рідиною. Це запобігає його висиханню та забезпечує змивання із поверхні ока та повік сторонніх тіл. Слизова рідина володіє також здатністю убивати мікроби. Потрібно відзначити, що передня частина рогівки покрита сімома рядами покривного епітелію, що володіють доброю здатністю швидко відновлюватися після ушкодження, наприклад після невеликих подряпин.

Однак у виробничих умовах далеко не завжди можна покластися тільки на природний захист очей. Навіть легкі, але часті ушкодження рогівки запиленним повітрям, подразнюючими хімічними речовинами, найменшими частинками оброблюваного матеріалу, можуть призвести до втрати чутливості рогівки, до її помутніння або утворення більма. Тому всюди, де є така небезпека, необхідно посилювати природний захист штучними інженерно-технічними засобами.

Індивідуальні психічні та фізіологічні особливості людей, їх загальний та спеціальний розвиток, а також ступінь тренування мозку впливають на те, як дана людина сприймає побачене, у тому числі й небезпечні елементи об'єкту, небезпечну ситуацію та візуальні сигнали, що попереджають про небезпеку.

Проводячи заходи щодо організації безпечної праці, потрібно враховувати основні, у тому числі й індивідуальні, особливості зорового сприйняття. Це відхилення від нормального сприйняття кольору (так звана кольорова сліпота або дальтонізм); «куряча сліпота», світлова адаптація; зорова ілюзія (обман зору), що являє собою неправильну оцінку оком відстані між предметами, їх розмірів, також обман зору у відношенні частин машин, що швидко обертаються і при певних умовах здаються нерухомими (так званий стробоскопічний ефект).

Кольорова сліпота — певний вид розладу зору, у результаті якого настає часткова або повна утрата сприйняття кольору. Людина з таким зором сприймає предмети усіх кольорів як сірі. Окремим випадком подібного розладу зору є дальтонізм. Дальтонік звичайно не розрізняє червоний та зелений кольори, а іноді жовтий та фіолетовий. Ці кольори та їх відтінки сприймаються ним як сірий колір різних відтінків.

За даними фізіологів, дальтонізмом страждає близько 5% чоловіків та близько 0,5% жінок. Дуже важлива та обставина, що люди, які страждають на дальтонізм не завжди знають про це. Наявність такого розладу сприйняття кольорів виявляється іноді у зв'язку з аварією або нещасним випадком, особливо на залізничному та автомобільному транспорті. Тому випробування на кольоровий зір людей цілого ряду професій, пов'язаних із кольоровою сигналізацією, наприклад, машиністів, шоферів, робітників повітряного та водного транспорту, є необхідним.

«К у р я ч а с л і п о т а» — захворювання, що є засобом порушення нормальної діяльності шару паличок у сітківці, які слугують для забезпечення присмеркового та нічного зору. Це порушення призводить до того, що людина увечері (коли смеркає) починає гірше бачити, а із настанням темноти абсолютно втрачає зір, хоча вдень і при яскравому освітленні вона добре бачить і відхилень від норми не виявляє.

А д а п т а ц і я з о р у — пристосування очей до бачення при різному ступені освітленості. Відомо, що під час переходу із темного приміщення у яскраво освітлене людина спочатку нічого не бачить, вона засліплена і рефлекторно закриває очі. Потім поступово чутливість ока зменшується і через 8 – 10 хв. відновлюється нормальний зір,

тобто настає світлова адаптація. Якщо ж із яскраво освітленого приміщення або із залитої сонцем вулиці зайти у темне приміщення, то спочатку людина теж нічого не бачить, чутливість ока поступово підвищується, і вона починає розрізняти контури предметів, а потім і деталі – настає адаптація у темряві. Слід зазначити, що чутливість ока у цьому випадку може підвищитися у 200 тис. разів, але це відбувається протягом значного часу — 60-80 хв.

Очевидно, що виконання будь-яких дій у період адаптації пов'язане із певними небезпеками, що залежать від характеру цих робіт та специфічних особливостей виробництва. Потрібно, наприклад, відзначити, що серед дорожньо-транспортних пригод 1,2% складають ті, що відбуваються внаслідок засліплення світлом фар. Таким чином, засліплення світлом фар можна вважати важливою проблемою безпеки.

Слуховий аналізатор. Вуха є складним органом, який за своєю будовою поділяється на три частини: зовнішнє, середнє та внутрішнє вуха. Цей орган виконує дві функції, тісно пов'язані із його будовою: сприйняття звуків та отримання слухового відчуття, а також збереження рівноваги тіла. Орган сприйняття звуку та орган рівноваги розташовані у внутрішньому вусі. Зовнішнє вуха, що складається із вушної раковини та зовнішнього слухового проходу, сприяє уловлюванню звуків та визначенню їх напрямку.

Для захисту від проникнення пилу та інших сторонніх предметів у глибокі відділи вуха поверхня стінок зовнішнього слухового проходу покрита тонкими волосками, а спеціальні залози, розташовані у товщі стінок цього проходу, виділяють в'язку речовину — вушну сірку.

На межі між зовнішнім та внутрішнім вухом розташована тонка (0,1 мм), еластична та дуже міцна барабанна перетинка, яка сприймає коливання повітряних звукових хвиль. Барабанна перетинка є зовнішньою стінкою порожнини середнього вуха, яка за допомогою спеціального каналу (євстахієвої труби) сполучена із носоглоткою. Такий пристрій дає змогу урівноважувати тиск по обидва боки барабанної перетинки, що забезпечує її нормальне коливання (нормальну чутність) і одночасно — захист від руйнування.

Орган слуху — орган, розташований у завитку середнього вуха, є тим самим утворенням, яке сприймає звук у результаті дії повітряних хвиль на барабанну перетинку і збуджує закінчення слухового нерва. Збудження передається у відповідний відділ головного мозку, аналізується і викликає у людини відчуття звуку. Людське вуха сприймає тільки звуки певної частоти коливань у секунду – від 20 до 20 тис., при цьому чим старша людина, тим меншу частоту коливань сприймає її вуха. Наприклад, за даними фізіологів, максимальна частота коливань, яку може сприймати вуха людини у віці п'ятдесяти років складає близько 13 тис. за секунду.

Однією з важливих особливостей слухового відчуття людини, що має пряме відношення до безпеки, є здатність розпізнавати місцезнаходження джерела звуку без повертання голови. Таке явище пов'язане з тим, що звук досягає кожного з вух не одночасно. Це явище називається *двовухим* (бінауральним) *ефектом*. Якщо джерело звуку знаходиться збоку, то у вуха із протилежного боку звукові хвилі надходять із запізненням на 0,0006 с, однак практично обидва вуха сприймають їх як один звук. У тренованої людини із нормальним функціонуванням обох вух помилка у визначенні напрямку джерела звуку звичайно не перевищує 3°. Необхідно відзначити, що глуха на одне вуха людина швидко визначити напрямок звуку, у тому числі і звукового попереджувального сигналу про небезпеку, не може.

Сприйняття положення, руху тіла та збереження рівноваги здійснюється головним чином, за допомогою вестибулярного апарату. Він складається із двох частин:

переддвер'я, заповненого ендолімфою, та напівкružних каналів, розташованих у трьох взаємно перпендикулярних площинах. Будь-яка зміна рівноваги тіла викликає подразнення рецепторів вестибулярного апарату і як наслідок – рефлекторне скорочення або розслаблення відповідних м'язових груп, що сприяють відновленню рівноваги, тобто встановлення голови та всього тіла у певному положенні.

Під час ураження вестибулярного апарату спостерігаються дуже серйозні розлади організму людини: вона не може стояти, у неї з'являється нудота, запаморочення. Люди із порушеннями вестибулярного апарату втрачають можливість орієнтуватися. Наприклад, при нирянні вони не можуть визначити положення тіла і у зв'язку з цим нерідко гинуть. Очевидно, що серйозні порушення вестибулярного апарату правлять за ознаки для протипоказань для цілого ряду професій, наприклад, таких, що пов'язані із роботою на морі та річках.

У звичайних умовах ураження вестибулярного апарату компенсується, хоча й не повністю іншими органами чуття: зором, рецепторами тиску, закладеними у шкірі, та проприорецепторами м'язів, сухожилів, суглобів.

Звукові сигнали надають людині значну частину інформації. Вони можуть слугувати для передачі сигналів небезпеки. У свою чергу, акустична обстановка певною мірою визначає умови безпеки. Основними параметрами звукових хвиль є рівень інтенсивності та частота, яка суб'єктивно у слухових відчуттях сприймаються як гучність та висота. За частотою область слухових відчуттів становить від 16-20 до 20000-22000 Гц.

Величина порогу чутності залежить від частоти відчутних звуків. Верхньою границею є поріг больового відчуття, який у меншому ступені залежить від частоти і лежить у межах 130-140 дБ. Співвідношення рівня інтенсивності та частоти визначає відчуття гучності звуку. Експериментально встановлено, що людина оцінює як рівні за гучністю звуки, що мають різну частоту та інтенсивність. Спостерігається неналежна взаємна компенсація інтенсивності частот. Ця закономірність добре ілюструється кривими рівної гучності.

Абсолютний диференціальний поріг дорівнює приблизно 2-3 Гц. Відносний диференційний поріг є майже сталим і дорівнює 0,002. У реальних умовах людина сприймає звукові сигнали на певному акустичному фоні. При цьому фон може маскувати корисний сигнал. Ефект маскування у діяльності має двояке значення.

Під час розробки і конструюванні акустичних індикаторів необхідно передбачити заходи боротьби з цим ефектом. У деяких випадках ефект маскування може бути використаний для покращання акустичних умов. Так, відомо, що є тенденція маскування високочастотного тону тоном низької частоти, який менш шкідливий для людини.

Шкірний аналізатор. Шкіра людини — дуже складний орган, що виконує багато життєво важливих функцій. Вона складається із трьох шарів: зовнішнього — епідермісу, власне шкіри-дерми та підшкірної клітковини.

Шкіра запобігає проникненню у кров різних хімічних речовин і тим самим у багатьох випадках попереджає отруєння організму; завдяки наявності рогового шару (епідермісу) та кислого середовища на поверхні шкіри вона є бар'єром на шляху мікробів.

У певних межах шкіра захищає організм від механічних і теплових впливів. Шкіра — поганий провідник тепла, тому вона запобігає перегріванню організму та його переохолодженню, допомагає зберігати постійну температуру тіла. Це досягається складною системою терморегуляції, що забезпечує рівність між кількістю тепла, що утворюється в організмі внаслідок хімічних процесів, і тепла, яке втрачається організмом. Терморегуляція, що керується центральною нервовою системою, забезпечує життєздатність та життєдіяльність людини.

Шкіра дихає. Організм отримує через неї 1/180 частину кисню, який він поглинає, і виділяє 1/90 частину вуглекислоти.

Як показали численні дослідження, суха шкіра людини чинить більш високий опір електричному струму, порівнюючи із опором його внутрішніх органів. Залежно від індивідуальних особливостей людини, електричних параметрів та умов прикладання електричного контакту опір сухої шкіри коливається у широких межах, приблизно від 30 тис. до 100 тис. Ом.

Практично опір шкіри, а точніше рогового шару епідерми, є головною складовою частиною електричного опору організму людини. Таким чином, суха непошкоджена шкіра, що є неначе ізолюючою оболонкою людини, виконує у певних межах і функцію захисту її від ураження електричним струмом.

Однак необхідно мати на увазі, що опір шкірного покриву людини залежить від багатьох факторів стану шкіри (суха або волога, пошкоджена чи ні тощо); величини поверхні електричного контакту та місця його прикладання; роду й тривалості дії струму; величини прикладеної напруги. Цей опір зменшується із збільшенням поверхні контакту із струмоведучими частинами, із збільшенням сили струму й тривалості його дії.

Для розрахунку умов електробезпеки звичайно приймають опір людини, що дорівнює 1000 Ом, а безпечною напругою вважають 12 та 36 В для сухих приміщень. Однак при сучасних промислових напругах електричного струму (220 В і вище) природний захист у вигляді опору шкіри людини не може забезпечити електробезпеки.

Шкірна чутливість як засіб захисту має дуже велике значення, вона звичайно поділяється на три види: відчуття болю; тепла та холоду; дотику й тиску (тактильна чутливість). Біль часто є єдиним сигналом, що попереджує про зовнішню небезпеку або неблагополуччя у стані якого-небудь органу людини.

Звичайно випадкове доторкання до гострих, гарячих або холодних предметів, здатних зруйнувати шкірний покрив, супроводжується невимушеним рефлекторним порухом — «від небезпеки». Завдяки такому захисту, що є запобіжною реакцією на подразнення зовні, людина у багатьох випадках своєчасно оцінює небезпеку опіку, поранення тощо, яка їй загрожує, і приймає відповідні заходи безпеки.

Слід мати на увазі, що захисна роль болю звичайно закінчується після того, як він відмічений свідомістю. Далі, наприклад, за тяжкої множинної травми біль тільки ускладнює діяльність організму по самовідновленню пошкодження, а у деяких випадках є небезпечною у відношенні так званого «больового шоку». Тому дослідження та широке впровадження в практику лікування тяжких травм відповідних знеболювальних засобів — важливе завдання в області відновлення працездатності потерпілих.

Больова чутливість. Уже говорилося про те, що в будь-якому аналізаторі виникають больові відчуття, якщо величина подразника перевищує верхній абсолютний поріг. На цій основі заперечувалося існування спеціальних рецепторів больової чутливості. Потім були виявлені вільні нервові закінчення у шарі шкіри, що містить епітелій, які і є спеціалізованими больовими рецепторами. Між тактильними та больовими рецепторами існують протиріччя у розташуванні.

Виявляються вони у тому, що найменша щільність больових рецепторів припадає на ті ділянки шкіри, які найбагатші тактильними рецепторами, та навпаки. Протиріччя обумовлене різницею функцій рецепторів у житті організму. Больові відчуття викликають оборонні рефлекси, зокрема, рефлекс усунення від подразника. Тактильна чутливість інтимно пов'язана із орієнтовними рефlekсами, зокрема, це викликає рефлекс наближення до подразника.

Біологічне значення болю у тому, що він, будучи сигналом небезпеки, мобілізує організм на боротьбу за самозбереження. Під впливом больового сигналу перебудовується робота усіх систем організму і підвищується його реактивність.

Поріг больової чутливості шкіри живота 20 г/мм^2 , кінчиків пальців — 300 г/мм^2 . Латентний період близько 370 мс. Критична частота злиття дискретних больових подразників 3 Гц. В області болю основний психофізичний закон не діє. Тут спостерігається майже пряма залежність між відчуттям та подразненням у діапазоні до порога чутливості.

Температурна чутливість. Температурна чутливість притаманна організмам, що мають постійну температуру тіла, яка забезпечується терморегуляцією. Температура шкіри трохи нижча температури тіла і різна на окремих ділянках (на лобі, наприклад, $34\text{--}35^\circ\text{C}$; на стопах ніг $25\text{--}27^\circ\text{C}$). Середня температура вільних від одягу ділянок шкіри дорівнює $30\text{--}32^\circ\text{C}$.

У шкірі людини виявлено два роди рецепторів. Одні реагують тільки на холод, інші - тільки на тепло. Просторові пороги залежать від факторів стимулювання: при контактній дії, наприклад, відчуття виникає вже на площі мм^2 , при променевої дії – починаючи із 700 мм^2 . Латентний період температурного відчуття дорівнює приблизно 250 мс. Абсолютний поріг температурної області чутливості визначається за мінімальною відчутною зміною температури ділянок шкіри відносно фізіологічного нуля, тобто власної температури даної ділянки шкіри. Для теплових рецепторів вона дорівнює приблизно $0,2^\circ\text{C}$, для холодних $0,4^\circ\text{C}$. Поріг чутливості розрізнення близько 1°C .

Тактильний аналізатор. Тактильний аналізатор сприймає відчуття, що виникає при дії на шкірну поверхню різних механічних стимулів (доторкання, тиск). Абсолютний поріг тактильної чутливості визначається по тому мінімальному тиску предмета на шкірну поверхню, який створює ледве помітне відчуття дотиру. Найбільш високий розвиток чутливості на дистальних частинах тіла (найвіддаленіших від медіанної площини).

Приблизні пороги відчуття: — для кінчиків пальців руки 3 г/мм^2 , на тильній стороні пальця — 5 г/мм^2 , на тильній стороні кисті — 12 г/мм^2 , на животі — 26 г/мм^2 і на п'яті — 250 г/мм^2 . Поріг розрізнення у середньому дорівнює 0,07 вихідної величини тиску.

Тактильний аналізатор володіє високою здатністю до просторової локалізації. Часовий поріг тактильної чутливості менший 0,1 с. Характерною особливістю тактильного аналізатора є швидкий розвиток адаптації, тобто втрата відчуття дотиру або тиску. Час адаптації залежить від сили подразника і для різних ділянок тіла вимірюється у межах від 2 до 20 с.

Нюх. Запахи сприймаються людиною за допомогою спеціальних рецепторів (клітин), що знаходяться у слизовій оболонці носових раковин. У людини близько 60 мільйонів нюхових клітин, розташованих у слизовій оболонці середньої частини носових раковин на поверхні всього у 5 квадратних сантиметрів. Однак у зв'язку з тим, що нюхові клітини вкриті дуже великою кількістю війок, площа їх стикання із речовинами, що пахнуть, складає 5—7 квадратних метрів.

Відчуття запаху виникає, коли частинки речовини попадають на слизову оболонку нюхової області і збуджують нюхові клітини. Відростки цих клітин, що утворюють нюховий нерв, передають збудження у центральну нервову систему.

Захист від проникнення в організм пахучих речовин, небезпечних для життя та здоров'я (ефір, хлороформ, нашатирний спирт та ін.), здійснюється рефлекторним уповільненням дихання та його короткочасним зупиненням. Характерно, що багато із нешкідливих для організму запахів рефлекторної зупинки дихання не викликають.

Нюх є дуже тонким відчуттям. За даними фізіологічних досліджень, людина відчуває запах деяких речовин (сірководень, мускус та ін.), що знаходяться у повітрі, навіть тоді, коли хімічний та спектральний аналіз їх не виявляє.

Особливості нюхового аналізатора, включаючи його високу чутливість до деяких пахучих речовин, що знаходяться в повітрі, можуть бути сигналом, що попереджує про небезпеку проникнення різних речовин у виробничі приміщення, наприклад у зв'язку із неочікуваним порушенням герметичності обладнання, різних газопроводів тощо. З цією метою газ без запаху, але такий, що володіє потенційною небезпекою отруєння або вибуху, піддають обробці речовинами, що мають особливий запах. У даному випадку сприйняття запаху сигналізує про небезпеку й необхідність застосування відповідних заходів безпеки.

Практичні особливості нюхового аналізатора використовуються, наприклад, для попередження про небезпеку отруєння й вибуху природного газу, що застосовується у якості палива на виробництві та у побуті. У перспективі така обробка може застосовуватися і для насичення повітря виробничих приміщень пахощами, наприклад, лісу, полів тощо. Це допоможе створити на виробництві «емоційний клімат», що сприятиме високій продуктивності праці.

Абсолютний поріг нюху в людини вимірюється часиками міліграма речовини на літр повітря. Але диференціальний поріг високий, у середньому 38 %. Загальновизнаної класифікації нюхових відчуттів нині не існує.

Смак. У фізіології та психології розповсюджена теорія смаку із чотирьох компонентів, згідно якої існує чотири види елементарних смакових відчуттів: солодкого, гіркого, кислого та солоного. Усі інші смакові відчуття являють собою їх комбінації. Абсолютні пороги смакового аналізатора, виражені у величинах концентрацій розчину, приблизно у 10000 разів вищі, ніж нюхового.

Смакові та нюхові відчуття відображають не тільки властивості речовин, а й стан самого організму. Розрізнявальна чутливість смакового аналізатора доволі приблизна, у середньому вона складає 20 %.

Під впливом практичної діяльності та спеціальних знань чутливість смакового й нюхового аналізатора може бути суттєво розвинута.

Вібраційна чутливість. Вібрація високої інтенсивності за тривалого впливу призводить до серйозних змін діяльності усіх систем організму і за певних умов може викликати тяжке захворювання. За невеликої інтенсивності й тривалості впливу вібрація може бути корисна, зменшує втомлюваність, підвищує обмін речовин, збільшує м'язову силу.

Спеціальні аналізатори, що сприймають вібрацію невідомі. Існує кілька гіпотез про природу вібраційної чутливості. Діапазон відчуттів вібрації високий від 1 до 10000 Гц. Найбільш висока чутливість до частоти 200 — 250 Гц. При її збільшенні та зменшенні вібраційна чутливість зменшується. Пороги вібраційної чутливості різні для різних ділянок тіла. Найбільшу чутливість мають дистальні ділянки тіла людини, тобто, ті, що більше всього віддалені від його медіанної площини (наприклад, кисті рук).

Органічна чутливість. Мозок людини отримує інформацію не тільки від навколишнього середовища, а й від самого організму. Чутливі нервові апарати є у всіх внутрішніх органах. У внутрішніх органах під впливом зовнішніх умов виникають певні відчуття, які породжують сигнали. Ці сигнали є необхідною умовою регуляції діяльності внутрішніх органів. Пороги органічної чутливості вивчені недостатньо.

Розглядувані вище аналізатори функціонують у складній взаємодії. Ядром усього механізму взаємодії аналізаторів є рефлекторний шлях: постійні й тимчасові нервові зв'язки між їх мозковими кінцями. У процесі розвитку людини на основі взаємодії

аналізаторів формуються функціональні системи, що є механізмом перцептивних (сприймаючих) дій.

Структура цих систем визначається умовами діяльності та життя людини. Якщо людина попадає у незвичні для неї умови, то можливе виникнення конфлікту між функціональними системами, що склалися, та новими вимогами. Щоб запобігти подібним порушенням, необхідно перебудувати функціональні системи, що склалися, або сформулювати нові шляхом відповідних тренувань. Цю обставину потрібно мати на увазі під час створення безпечних систем.

У реальних умовах виробництва на кожний аналізатор людини діє одночасно кілька подразників, які як уже наголошувалося, справляють вплив на всю систему аналізаторів. Отже, потрібно враховувати не тільки можливості аналізатора, а й ті умови, у яких буде працювати людина. Відомо, що сильний шум змінює чутливість зору. Чутливість зорового апарату зменшується при дії певних запахів, температури, вібрації.

Визначаючи оптимальні умови функціонування, необхідно враховувати всю систему подразників, діючих на всі аналізатори людини. Нині ця вимога на практиці не завжди може бути реалізована повністю. Однак потрібно підкреслити важливу методологічну спрямованість цього питання, що зводиться до вимоги комплексно враховувати фактори навколишнього середовища.

У таблиці 1.3. наведено значення простої сенсомоторної реакції людини для типових подразників.

Т а б л и ц я 1.3. Час простої сенсомоторної реакції людини для типових подразників

Аналізатор	Подразнення	Час реакції (середнє значення, с)
Тактильний	Доторкання	0,09 - 0,22
Кінестетичний	Порух руки	0,12 - 0,16
Слуховий	Звук	0,12 - 0,18
Зоровий	Світло	0,15 - 0,22
Нюховий	Запах	0,31 - 0,39
Температурний	Тепло та холод	0,28 - 1,6
Смаковий	Солоне	0,31
	Солодке	0,45
	Кисле	0,54
	Гірке	1,08
Вестибулярний	Обертання	0,4 - 0,6
Больовий	Укол	0,13 - 0,89

3. СУМІСНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ «ЛЮДИНА-ЖИТТЄВЕ СЕРЕДОВИЩЕ»

Щоб система «людина-середовище» функціонувала ефективно і не приносила шкоди здоров'ю людини, необхідно забезпечити сумісність характеристик середовища та людини.

Антропометрична сумісність пропонує врахування розмірів тіла людини, можливості огляду зовнішнього простору, положення (пози) оператора у процесі роботи. Під час вирішення цього завдання визначають простір робочого місця, зони досяжності для кінцівок оператора, відстань від оператора до пульту приладу тощо. Складність забезпечення цієї сумісності полягає в тому, що антропометричні показники у людей різні. Сидіння, що задовольняє людину середнього зросту, може виявитися дуже незручним для людини низького та дуже високого зросту.

З метою безпеки діяльності розміри тіла людини необхідно враховувати, наприклад, у наступних випадках:

- ◆ під час визначення оптимальної висоти від рівня підлоги або робочої площадки зон нагляду за роботою машини, включаючи зону обробки, органи настроювання, прилади контролю та сигналізації;
- ◆ під час розміщення по висоті та фронтальній площині органів ручного керування машиною та особливо аварійних органів «стоп»;
- ◆ під час вибору форми та розмірів органів керування.

Для більш правильного використання антропометричних даних людини під час проектування машин застосовують метод соматографії та метод моделювання.

Соматографія — це робочий метод, що полягає у конструюванні схематичних зображень людського тіла в різних положеннях у взаємозв'язку з тими операціями, які людина повинна виконувати.

Моделювання — це метод, в основі якого лежить використання об'ємних або плоских моделей людської фігури.

Докладно питання антропометрії розглядаються в ергономіці, що вивчає закони оптимізації робочих умов.

Під **біофізичною** сумісністю розуміють створення умов, які забезпечують прийнятну працездатність та нормальний фізіологічний стан людини. Це завдання збігається з вимогами безпеки.

Особливе значення має терморегулювання організму людини, яке залежить від параметрів мікроклімату. Тепловий обмін здійснюється завдяки теплопровідності, конвекції, тепловому випаровуванню і тепловому випромінюванню. У таблицях 1.4, 1.5. приведені дані, які необхідно враховувати під час проектування умов діяльності.

Біофізична сумісність враховує вимоги організму до вібраційних та акустичних характеристик середовища, освітленості та інших фізичних параметрів.

Т а б л и ц я 1.4. Симптоми, що реєструються при різній температурі тіла

Ректальна температура, °C	Симптом
42 — 44	Смерть
41 — 42	Тепловий удар, колапс у результаті швидкого підвищення температури
39 — 40	Сильне виділення поту, зменшення кількості крові, порушення кровообігу
37	Норма
35	Затримка церебральних процесів, тремтіння
34	Ретроградна амнезія
32	Реакція ще зберігається, але всі процеси сильно уповільнені

30 27 — 25	Втрата свідомості Угасання м'язової рефлексії та світлової рефлексії зіниць, зупінка роботи серця, смерть
---------------	---

Т а б л и ц я 1.5. Оптимальні відчуття залежно від вологості повітря

Температура, °C	Відносна вологість повітря, %	Стан
21	40	Найбільш приємний стан
	75	Відсутність неприємних почуттів
	85	Добрий спокійний стан
	91	Втома, пригнічений стан
24	20	Відсутність неприємних відчуттів
	65	Неприємні відчуття
	80	Потреба у спокої
	100	Неможливість виконання важкої роботи
30	25	Неприємне відчуття відсутнє
	50	Нормальна працездатність
	65	Неможливість виконання важкої роботи
	81	Підвищення температури тіла
	90	Небезпека для здоров'я

Енергетична сумісність передбачає узгодження органів керування машиною з оптимальними можливостями людини у відношенні до прикладених зусиль, потужності, що витрачається, швидкості й точності рухів.

Силові та енергетичні параметри людини мають певні межі. Для приведення в дію сенсомоторних пристроїв (важелів, кнопок, перемикачів тощо) можуть знадобитися дуже великі або дуже малі зусилля. І те й інше погано.

У першому випадку людина буде втомлюватися, що може призвести до небажаних наслідків у керованій системі.

У другому випадку можливе зменшення точності роботи системи, тому, що людина не відчує опору важелів.

Сила скорочення м'язів людини коливається у широких межах. Наприклад, номінальна сила кисті у 450-650Н при відповідному тренуванні може бути доведена до 900Н.

Сила стискання у середньому дорівнює 500 Н для правої та 450 для лівої руки, може збільшуватися у два рази й більше. У таблиці 1.6. приведені значення оптимальних зусиль на органи керування.

Інформаційна сумісність має особливе значення у забезпеченні безпеки.

У складних системах людина звичайно безпосередньо не керує фізичними процесами. Часто вона віддалена від місця їх виконання на значні відстані. Об'єкти керування можуть бути невидимі, невідчутні на дотик, нечутні.

Т а б л и ц я 1.6. Значення оптимальних зусиль на органи керування

Види навантаження	Навантаження
-------------------	--------------

та органи керування	оптимальне (легке)	допустиме (середньої тяжкості)	неспри- ятливе (важке)
Потужність зовнішньої механічної роботи, Вт чоловіки/ жінки	до 20/до 12	до 45/до 27	45/27
Максимальна вага, що піднімається вручну, Н чоловіки/ жінки	до 50/до 30	до 150/до 90	150/90
Середнє значення прикладених зусиль при частому їх застосуванні, Н (чоловіки)	до 20	до 60	60
Переміщення (переходи) за зміну	до 4	до 10	10

Людина бачить показання приладів, екранів, мнемосхем, чує сигнали, що свідчать про хід процесу. Усі ці пристрої називають *засобами відображення інформації* (ЗВІ). За необхідністю працюючий користується важелями, ручками, кнопками, вимикачами та іншими органами керування, у сукупності утворюючи сенсомоторне поле. ЗВІ та сенсомоторні пристрої — так звана модель машини (комплексу). Через неї людина і здійснює керування самими складними системами.

Щоб забезпечити інформаційну сумісність, необхідно знати характеристики органів відчуттів людини.

Психологічна сумісність пов'язана із врахуванням психологічних особливостей людини. Нині вже сформувалася особлива галузь знань, що називається *психологією діяльності*. Це один з розділів безпеки життєдіяльності.

Проблеми аварійності й травматизму на сучасних виробництвах неможливо вирішити тільки інженерними методами. Досвід свідчить, що в основі аварійності й травматизму лежать не інженерні та конструкторські дефекти, а організаційні та психологічні причини: низький рівень професійної підготовки з питань безпеки, недостатнє виховання, слабка настанова спеціаліста на дотримання безпеки, допущення до небезпечних видів робіт осіб з підвищеним ризиком травматизації, перебування людей у стані втоми та інших психічних станах, які зменшують надійність(безпечність) діяльності спеціаліста.

Психологія безпеки розглядає психологічні процеси, психологічні властивості та особливо детально аналізує різні форми психічних станів, що спостерігаються у процесі трудової діяльності.

Особливостями психіки обумовлені такі явища, що зустрічаються у деяких людей, як страх замкнутих (клаустрофобія) або відкритих просторів (агрофобія).

Ефективність діяльності (працездатності) людини ґрунтується на рівні психічного напруження (стресу). Ще на початку нашого сторіччя Р. Ієркс та Дж. Додсон вказали на залежність продуктивності (працездатності) дій людини від ступеня емоційної активації. Психічне напруження справляє позитивний вплив на результати праці до певної межі. Перевищення критичного рівня активації веде до зниження результатів праці аж до повної втрати працездатності. Надмірні форми психічного напруження позначаються як позамежні. Нормальне навантаження (емоційна стимуляція) людини не повинна

перевищувати 40-60 % від максимального навантаження, тобто навантаження до межі, за якою настає зниження працездатності.

Серед особливих психологічних станів, що мають значення для психічної надійності працюючого, необхідно виділити пароксизмальні розлади свідомості психогенні зміни настрою, стану, пов'язані із прийомом психічно активних засобів (стимуляторів, транквілізаторів, алкогольних напоїв). Практичний досвід свідчить, що прийом легких стимуляторів (чай, кофе) може сприяти підвищенню працездатності на короткий період. Однак прийом активних стимуляторів (первітин, фенамін) здатний викликати негативний ефект — погіршується самопочуття, зменшується рухомість та швидкість реакцій. Із позицій безпеки праці особливе значення має посталкогольна астенія (похмілля). Розвиваючись у дні після вживання алкоголю, вона не тільки зменшує працездатність людини, але й веде до гальмування та зниження почуття обережності. Крім того зменшується опір організму дії різних хімічних речовин та електричного струму, що підвищує небезпеку отруєння або ураження його електричним струмом.

Соціальна сумісність визначена тим, що людина — істота біосоціальна. Вирішуючи питання соціальної сумісності, враховують відношення людини до конкретної соціальної групи та соціальної групи до конкретної людини.

Соціальна сумісність органічно пов'язана із психологічними особливостями людини. Тому часто говорять про соціально-психологічну сумісність, яка особливо яскраво виявляється у екстремальних ситуаціях у ізольованих групах. Але знання цих соціально-психологічних особливостей дає змогу краще зрозуміти аналогічні феномени, що можуть виникнути у звичайних ситуаціях у виробничих колективах, у сфері обслуговування тощо. Академік І.П. Павлов сказав: «Звичайно, самі сильні роздратування — це ті, що йдуть від людей. Все наше життя складається із важких стосунків з іншими, і це особливо болісно відчувається».

Технічно-естетична сумісність полягає у забезпеченні задоволення людини від спілкування з технікою, в процесі праці. Всім знайоме позитивне відчуття під час користування гарно виконаним приладом або пристроєм. Для рішення численних і дуже важливих технічно-естетичних завдань ергономіка залучає художників-конструкторів, дизайнерів.

Завдання до самостійної підготовки
Вивчення матеріалу лекції

Лекцію розробив:

Доцент

М.І.Адаменко